



AUSGEGEBEN  
AM 8. OKTOBER 1924

REICHSPATENTAMT  
**PATENTSCHRIFT**

— № 403834 —  
KLASSE 77h GRUPPE 3  
(C 33141 XI/77h<sup>1</sup>)

**Alcide Jules Joseph Chenu in Billancourt, Seine, Frankr.**

**Verfahren zur Traggaserneuerung.**

Patentiert im Deutschen Reiche vom 6. Februar 1923 ab.

Für diese Anmeldung ist gemäß dem Unionsvertrage vom 2. Juni 1911 die Priorität auf Grund der Anmeldungen in Frankreich vom 3. Oktober 1922 für die Ansprüche 1, 2, 3, 4, 7 und 8 und vom 15. Dezember 1922 für die Ansprüche 5, 6, 9 und 10 beansprucht.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erneuern oder Regenerieren des aus Wasserstoff, Helium usw. bestehenden Traggases von Luftfahrzeugen, Luftschiffen, Ballons o. dgl., wenn dasselbe infolge des Eintritts von Luft in das Innere der Hülle seine Antriebskraft teilweise verloren hat.

Es sind schon allgemein Reinigungsverfahren für Gase bekannt geworden, die darin bestehen, daß man das in einem Behälter vorhandene Gas, z. B. Wasserstoffgas, in einen Reinigungsapparat leitet, um es von den schädlichen Unreinigkeiten zu reinigen. Der Reinigungsapparat wird hierbei entweder von Vorrichtungen gebildet, die Chemikalien enthalten, welche der Beschaffenheit der zu entfernenden Unreinigkeiten angepaßt sind, oder von Vorrichtungen, die auf physikalischen Grundsätzen beruhen, z. B. auf der Verflüssigung der Unreinigkeiten, oder ihre Absorption durch gekühlte poröse Stoffe. Bei den bekannten Anwendungsformen dieser Verfahren verläßt das in einem Behälter befindliche unreine Gas diesen Behälter endgültig, um durch den Reiniger hindurchzugehen und dann in einen anderen Behälter einzutreten, wo es gesammelt oder nach der Reinigung benutzt wird. Wenn man also dieses Verfahren zur Reinigung des Gases eines aufsteigenden Fas-

sungsraumes oder eines Tragkörpers, wie z. B. eines Ballons usw., benutzen wollte, so würde dies bedingen, daß man einerseits den Ballon entleert und andererseits das gereinigte Gas in einem Hilfsbehälter entsprechender Größe aufspeichert.

Demgegenüber ermöglicht das Verfahren nach der Erfindung, und zwar zufolge eines geschlossenen Umlaufes des Gases, das Gas eines Behälters zu reinigen, ohne erst eine Veränderung des Volumens oder des Druckes dieses Behälters zu erfordern und infolgedessen ohne eine selbst teilweise Entleerung nötig zu machen, da der Verlust infolge der Ausscheidung der Unreinigkeiten je nachdem durch eine entsprechende Zufuhr von reinem Gas ausgeglichen werden kann.

Das Verfahren nach der Erfindung, das den Zweck hat, das in einem Ballon oder einem anderen geschlossenen Raum enthaltene leichte Gas zu regenerieren, ist dadurch gekennzeichnet, daß man das Gas dieses Behälters oder Raumes durch einen Reiniger kreisen läßt und es wieder in das Innere des Raumes einführt, wobei das Gas so einen geschlossenen Weg durchläuft und zweckmäßig aus dem unteren Teil des Raumes entnommen und in den oberen Teil desselben zurückgeführt wird. Andere Merkmale der Erfindung ergeben sich

aus der nachfolgenden Beschreibung und den Ansprüchen.

Die Zeichnung veranschaulicht in

Abb. 1 bis 4 und 6 bis 9 schematisch verschiedene Anlagen, die die Durchführung des Verfahrens ermöglichen.

Abb. 5 zeigt schematisch die Bauart eines Reinigers, der die Verflüssigung der schädlichen Gase bewirkt, die man aus dem zu reinigenden Gas ausscheiden will.

Abb. 1 zeigt schematisch die Zirkulation des Gases bei einem Luftschiff mit einem einzigen Fassungsraum. Hier ist 1 das Luftschiff und 2 ein Reiniger irgendeines Typs. Gemäß der Erfindung wird das unreine Gas aus dem Luftschiff an der Stelle 3 entnommen, die in dem unteren Teil liegt, durchläuft dann die Leitung 4, durchquert den Reiniger 2 und kehrt durch die Leitung 5 bei 6 in den oberen Teil des inneren Fassungsraumes des Luftschiffes zurück.

Abb. 2 zeigt schematisch eine Zirkulationsart für das Gas bei einem Luftschiff mit vier Ballonetts 11, 12, 13, 14. Das unreine Gas wird in dem unteren Teil des Ballonetts 11 durch die Leitung 4 abgezogen, durchquert die Reinigungsapparate 2 und wird nach der Reinigung durch die Leitung 5 in den oberen Teil des Ballonetts 14 zurückgeführt. Die oberen Teile der Ballonetts 11, 12, 13 stehen mit den unteren Teilen der Ballonetts 12, 13, 14 durch die Leitungen 7, 8, 9 in Verbindung, um eine fortgesetzte Zirkulation des Gases zu ermöglichen. Es ist klar, daß der Reiniger in dem geschlossenen Umlauf nicht nur in der oben angegebenen Lage eingeschaltet werden könnte, sondern in irgendeinem Zwischenraum zwischen zwei aufeinanderfolgenden Ballonetts, in welchem Fall man dann das letzte Ballonett mit dem ersten verbindet.

Abb. 3 zeigt eine doppelte symmetrische Zirkulationsart bei einem Luftschiff mit sechs Ballonetts 15, 16, 17, 18, 19, 20. Das unreine Gas wird gleichzeitig aus den beiden mittleren Ballonetts 17, 18, und zwar in ihrem unteren Teil durch die Leitung 21, entnommen, und das Gas, welches in dem Reiniger 2 gereinigt worden ist, wird gleichzeitig durch die Leitungen 22, 23 in die beiden äußeren Ballonetts 15 und 20, und zwar in deren oberen Teil, gefördert. Die oberen Teile der Ballonetts 16, 17, 18 und 19 stehen durch die Leitungen 24, 25, 24', 25' mit den unteren Teilen der Ballonetts 15, 16, 19, 20 in Verbindung, wodurch der Umlauf vervollständigt wird. Diese Anordnung hat den Vorteil, daß das vollkommene Gleichgewicht des Ballons in der Längsrichtung gewährt wird.

Abb. 4 zeigt schematisch eine der vorhergehenden analoge Anordnung, mit der Ausnahme, daß der einzige Reiniger 2 durch zwei

Reiniger 2 und 2' ersetzt ist, derart, daß die Gasstromkreise der Ballonetts 15, 16, 17 einerseits und 18, 19, 20 andererseits unabhängig voneinander sind. Man kann mit der Anlage einen Erzeuger für leichtes Gas (Wasserstoff o. dgl.) oder einen Gasometer verbinden, der dazu dient, den notwendigen Gaszuschuß zu liefern, um das fremde, aus dem Ballon o. dgl. ausgeschiedene Gas zu ersetzen. Dieser Zuschuß kann auch von leichtem, durch Unreinigkeiten verschmutztem Gas gebildet werden, da es durch Passieren des Reinigers gereinigt werden könnte. Man kann z. B. Gemische von Wasserstoff und Stickstoff benutzen, die von dem Gas in dem Wasser nach der Ausscheidung des Kohlenoxyds herrühren.

Es ist klar, daß man trotz der Vorsicht bei der Entnahme von unreinem, also schwerem Gas aus den unteren Teilen und bei der Förderung des gereinigten, also leichten Gases in die oberen Teile die Mischung von gereinigtem und unreinem Gas nicht verhindern kann. Dieser Nachteil hat aber entgegen allem Anschein nur einen geringen Wert. In der Tat zeigt in dem günstigen Fall, d. i. bei einem Luftschiff mit einem einzigen Fassungsraum und wenn man annimmt, daß das gereinigte Gas sich augenblicklich in dem Gesamtfassungsraum des Luftschiffes ausbreitet, die Rechnung, daß, nachdem man eine diesem Gesamtfassungsraum entsprechende Gasmenge durch den Reiniger hat zirkulieren lassen, ein Verhältnis von Unreinigkeiten ausgeschieden sein wird, das gleich ist 63 Prozent

$$\left(1 - \frac{1}{e} = 0,63\right)$$

(wobei  $e$  die Basis der Napierschen Logarithme ist) von dem, welches man ausgeschieden haben würde, wenn man jede Mischung von gereinigtem und ungereinigtem Gas hätte vermeiden können. Nach einer zweiten Zirkulation erhöht sich dieser Wert auf 86,3 Prozent

$$\left(1 - \frac{1}{e^2} = 0,863\right).$$

Bei einem Luftschiff mit mehreren Ballonetts, wo die Diffusion oder Verbreitung von einem Ballonett auf das andere durch die schnelle Zirkulation des Gases in den Verbindungsleitungen verhindert wird, zeigt die Erweiterung der vorhergehenden Rechnung, daß das Verhältnis der ausgeschiedenen Unreinigkeiten nach einem vollständigen Umlauf der Gesamtmenge sich um so mehr dem Maximalwert nähert, der ausgeschieden werden kann, als sich die Anzahl der Ballonetts erhöht. Bei fünf Ballonetts scheidet man nach einem vollständigen Umlauf der Gesamtmenge 88 Pro-

zent von dem aus, was man ausscheiden würde, wenn keine Vermischung von unreinem mit gereinigtem Gas stattgefunden hätte.

Dieser Wert kommt nahe an 99 Prozent, wenn der Umlauf fortgesetzt wird, bis daß die Menge, die den dargestellten Reiniger durchquert hat, das eineinhalbfache des totalen Fassungsraumes der Ballonets darstellt.

Man kann auch in dem Reinigungs-umlauf zwei Hilfsbehälter einschalten, die leichtes, reines oder unreines Gas enthalten. Man hat so eine mehr oder weniger wichtige Menge Hilfsgas zur Verfügung, die es ermöglicht, in den verschiedenen Augenblicken die Reinigung des unreinen Gases (Durchgang des unreinen Gases durch den Reiniger) und die Regenerierung (Einführung des reinen Gases in den Ballon o. dgl.) zu bewirken. Der Vorteil, den diese neue Arbeitsart aufweist, ist der, daß man nicht gezwungen ist, das Gas in dem Ballon und in den Reinigungsanlagen gleichzeitig zirkulieren zu lassen. Man kann so für die Regenerierung des leichten Gases eines Luftschiffes die Stillstandsdauer desselben beträchtlich vermindern.

Abb. 6 zeigt eine Anlage, die zur Durchführung dieses Verfahrens geeignet ist. Sie enthält zwei Behälter oder Gruppen von Behältern 30, 31, die auf beiden Seiten der Reinigungsanordnungen 2 und 3 vorgesehen sind und einen veränderlichen Druck (Röhren mit Preßgas) oder ein veränderliches Volumen (Gasometer) haben können. Ventile oder Hähne 32, 33, 34, 35, 36, 37, die in der Zeichnung schematisch angegeben sind, ermöglichen es, die Gase nach Bedarf zirkulieren zu lassen.

Die Anordnung nach Abb. 7 unterscheidet sich von derjenigen nach Abb. 6 einfach dadurch, daß die Behälter oder Gruppen von Behältern 30, 31 in dem Kreis der Gase hintereinander oder in Reihe angeordnet sind anstatt in Abzweigungen, wie dies nach Abb. 6 der Fall ist.

Bei jeder der beschriebenen Anordnungen können Ventilatoren, Kompressoren oder Entspanner eingeschaltet werden, die dazu dienen, entweder die Zirkulationsbewegung der Gase zu erzeugen oder zu mäßigen oder die Gase unter geeignete Drücke zu bringen, die für ihren Eintritt oder ihre Aufspeicherung in den Behältern 30, 31 geeignet sind. Diese Ventilatoren oder Entspanner können irgendeiner bekannten Art sein. Diese sowie ihr Platz hängen ab von der Art der Behälter und der Leitungen, die man anordnet. Man wird jedoch bemerken, daß in dem Fall, wo das aus dem Ballon kommende unreine Gas in den Behälter 30 unter einem genügend großen Druck aufgespeichert werden würde, den man durch einen in der Leitung 4 angeordneten Kompressor erzielt, es möglich sein würde, die Kom-

pressoren teilweise oder vollständig in den Reinigungsanordnungen wegzulassen.

Die Wirkungsweise der in Abb. 6 dargestellten Anlage kann gemäß zwei verschiedenen Arten geregelt werden.

Bei der ersten Art verfährt man wie folgt:

Bei Beginn enthält der Behälter 31 leichtes reines Gas, das vorher bereitet ist. Der Behälter 30 ist leer oder doch zum wenigsten in einem Zustand, um eine Gasmenge aufzunehmen, die gleich ist der in dem Behälter 31 enthaltenen, wobei man evtl. verschiedenen Drücken Rechnung trägt. Alle Ventile sind geschlossen. Man öffnet dann die Ventile 32, 34, 35, 37 und setzt die Reinigungsanordnungen 2 in Funktion. Darauf richtet man in der so in dem Fassungsraum 1 erzeugten Zirkulation eine Hilfszirkulation ein, wobei man die Ventile 33 und 36 öffnet, derart, daß das Gas aus dem Behälter 31 in den Behälter 30 gelangt, und zwar unter Durchquerung des Ballons 1. Wenn die Regenerierung des Gases des Ballons genügend ist, schließt man die Ventile 32 und 37, worauf der Ballon von diesem Augenblick an in Dienst gestellt werden kann. Es bleibt indessen in dem Behälter 30 eine Menge unreines leichtes Gas zurück, welches gleich sein kann der Menge reinen Gases, die anfangs in dem Behälter 31 enthalten war, wenn dieses letztere vollständig benutzt worden ist. Man muß dann die Reiniger 2 weiter wirken lassen, derart, daß der Inhalt des Behälters 30 nach der Reinigung in seinen Anfangsbehälter 31 zurückkehrt. Die ursprüngliche Reserve an reinem Gas wird also in dem Behälter 31 wiederhergestellt, natürlich mit den bei der Behandlung erzielten Verlusten.

Man kann wie folgt verfahren: Wenn die in dem Behälter 31 vorhandene Reserve an reinem Gas genügend ist, wird man das Gas des Ballons oder eines anderen Fassungsraumes 1 dadurch regenerieren, daß man zuerst in dem Gasballon nur das aus dem Behälter 31 kommende Gas zirkulieren läßt und dasjenige entleert, welches aus dem Ballon in den Behälter 30 austritt.

Während dieses Vorgangs werden die Ventile 34, 35 geschlossen und die anderen Ventile geöffnet. Der Reiniger ist also abgeschaltet. Wenn dieser Vorgang beendet ist, schließt man die Ventile 32 und 37, schaltet so den Ballon ab, öffnet die Ventile 34, 35 und läßt das unreine Gas aus dem Behälter 30 in den Behälter 31 zurückkehren, wobei man es durch den Reiniger gehen läßt. Der Gasstromkreis ist noch ein geschlossener, jedoch hat man hinsichtlich der Zeit den Reinigungsteil dieses Umlaufs in bezug auf die Regenerierung des Ballongases völlig verlegt.

Die Wirkungsweise der Anordnung nach

Abb. 7 ist derjenigen nach Abb. 6 gleich, und man führt hier ebenso beide Verfahrensweisen durch, gemäß welcher die Ventile 34' und 35' zu derselben Zeit wie die Ventile 32' und 37' geöffnet oder nicht geöffnet sein werden. Es sei hier angenommen, daß der Reiniger in dem Augenblick in Funktion gesetzt wird, wo man die Ventile 34' und 35' öffnet.

Bei der in Abb. 8 dargestellten Anordnung vollzieht sich die Entleerung des unreinen Gases aus dem Ballon 1 nicht mehr durch ein einziges Rohr, sondern durch zwei Rohre 4, 4', die miteinander in Verbindung stehen. Die Anzahl der Rohre 4, 4' kann ebenso wie diejenige der Rohre 5 irgendeine beliebige sein.

Die Ausscheidung der Unreinigkeiten, welche das leichte Gas beschweren, kann auf physikalischem oder chemischem Wege durchgeführt werden. Man kann besonders die Verflüssigung der Unreinigkeiten (im besonderen Luft) dadurch bewirken, daß man das zu reinigende Gas auf die Temperatur der flüssigen Luft oder des flüssigen Stickstoffs abkühlt. Das Gas wird vorher mit hohem Druck komprimiert und unter Druck von den Spuren nicht kondensierten Wasserdampfes und Kohlensäure freigemacht, und zwar mittels geeigneter Absorbierungsmittel (Natron, Soda, Kalk usw.).

Um einen großen Verbrauch an flüssiger Luft oder flüssigem Stickstoff zu vermeiden, richtet man eine Kältewiedergewinnung mittels eines Temperatúraustauschers ein, in dem einerseits das kalte gereinigte Gas und andererseits das abzukühlende unreine Gas zirkuliert. Der Druck, auf den man das zu reinigende Gas komprimieren muß, wird um so mehr erhöht, als die Reinheit selbst erhöht ist, die man erhalten will. Abb. 5 stellt eine Anlage dar, die dieses Reinigungsverfahren anzuwenden ermöglicht.

Das zu reinigende Gas tritt in den Reiniger durch das Rohr 4 (Abb. 5) ein, welches mit dem Luftschiff in Verbindung steht. *b, c, d* sind die drei Zylinder eines Kompressors, in welchem das Gas unter einem geeigneten Druck gebracht wird. Dieser Kompressor kann im übrigen irgendeine Anzahl von Stufen und die üblichen Anordnungen zur Außen- und Innenkühlung durch Wassereinspritzung haben. *e* ist der Separator, welcher die Trennung des Wassers von dem komprimierten Gas bewirkt, und *f* ist ein Trockner oder Entfeuchter, der aufsaugende Stoffe für den Wasserdampf und die Kohlensäure enthält, wie z. B. Soda oder Kalk.

Das zu reinigende, komprimierte, getrocknete und vom Kohlenstoff befreite Gas, das aus dem Behälter *f* austritt, tritt in das Röhrenbündel *g* ein, das durch das Röhrenbündel *h* verlängert ist, welches selbst in den

Behälter *i* mündet. Der nicht kondensierte Teil dieses Gases tritt durch das Rohr *k* aus, durchzieht die Kammer *l*, die den unteren Teil des Röhrenbündels *g* umgibt, und tritt durch das Rohr 5 aus, um, wie oben angegeben, in den oberen Teil des Luftschiffes geführt zu werden, wobei ein Hilfstemperatúraustauscher auf diesem Weg angeordnet sein kann.

Der Behälter *i* und das Röhrenbündel *h* werden von einer Kammer *n* umgeben, die flüssige Luft enthält, die durch eine Maschine *s* geliefert und mittels eines Rohres *r* zugeführt wird. Die von der Verdampfung dieser flüssigen Luft herrührende Luft wird durch ein Rohr *o* entleert, welches sie in die Kammer *p* führt, die den oberen Teil des Bündels *g* umgibt. Die Luft tritt schließlich bei *q* aus.

Man sieht, daß das zu reinigende Gas, welches komprimiert aus dem Behälter *f* austritt, zuerst in dem oberen Teil des Bündels *g* durch das kalte Gas, das in der Kammer *p* enthalten ist und von der Verdampfung der flüssigen Luft oder des flüssigen Stickstoffs herrührt, und dann in dem unteren Teil dieses Bündels *g* durch das leichte gereinigte kalte Gas gekühlt wird, welches nach Durchquerung des Bündels *h* und des Behälters *i* durch das Rohr *k* in den Behälter *l* wieder hochgestiegen ist. Die Kühlung des zu reinigenden Gases wird so in dem Bündel *h* vollendet.

Die Unreinigkeiten des zu reinigenden Gases, die in dem Behälter *i* kondensiert werden, werden mittels des Rohres *t*, das mit einem Hahn oder einer Entleerungsschraube versehen ist, entweder in die flüssige Luft entleert, die den Behälter *i* umgibt, wenn diese Unreinigkeiten nur von den Elementen der Luft gebildet werden, oder nach außen, wenn sie brennbare Teile enthalten können.

In diesem Fall wird man, um entweder die Reinheit des leichten, aus dem Reiniger austretenden Gases zu vergrößern oder die Kompression zu verringern, die diesem Gas zur Erzielung eines bestimmten Reinheitsgrades gegeben werden muß, einen Unterdruck oberhalb der flüssigen Luft oder des flüssigen Stickstoffes herstellen und aufrechterhalten, die zur Kühlung des komprimierten Gases dienen. Dieser Unterdruck könnte, wenn gewünscht, durch die Kompression selbst erzielt werden, die zur Erzeugung der flüssigen Luft dient, und in diesem Fall könnte der Kompressor, wenn ein genügender Vorrat an flüssiger Luft oder Stickstoff erzielt sein wird, aus dem Reiniger Luft oder verdampften Stickstoff entnehmen, so daß ebenfalls für diese Gase ein geschlossener Kreis erzielt wird, der die ständig erneuerte Trocknung der zu verflüssigenden Luft vermeidet. Schließ-

lich könnte die Entspannung des leichten komprimierten und gereinigten Gases entweder in einem Motor zur Wiedergewinnung eines Teiles der benutzten motorischen Kraft oder auch zur Erzeugung der Kälte benutzt werden.

Die Gesamtheit der Anordnungen, die den Reiniger bildet (Kompressor für das Gas des Luftschiffes, Absorbierer für Wasser und Kohlensäure, Temperatúraustauscher, Kühler mit flüssiger Luft oder flüssigem Stickstoff, Maschine für flüssige Luft und Stickstoff und ihr Zubehör, Wiedergewinner der motorischen Kraft des komprimierten Gases), könnte in der Weise vereinigt werden, daß eine Reinigungsgruppe gebildet wird, die auf einem Lastwagen mit Kraftbetrieb transportiert werden könnte. Die für die verschiedenen Operationen erforderliche motorische Kraft wird in diesem Fall von den Motoren des Lastwagens geliefert. Man könnte auch andere Verfahren zur Absorbierung der Unreinigkeiten anwenden und z. B. den Sauerstoff und Stickstoff durch Kalziumkarburet in Rotglut, Kalzium, Magnesium usw. absorbieren.

Man könnte auch die Diffusion durch die porösen Wände (durch welche der Sauerstoff und das Helium schneller als jedes andere Gas passieren) anwenden. Wenn das leichte Gas der Luftschiffe von Wasserstoffgas gebildet wird, kann man auch ein Verfahren verwenden, bei dem die bekannten Reaktionen des Wasserstoffes auf Eisenoxyd und des Wasserdampfes auf das reduzierte Eisen benutzt werden.

Dieses letztere Verfahren besteht in der Umwandlung des in dem Gemisch aus Wasserstoffgas und Luft enthaltenen Wasserstoffes in Wasser, und zwar unter der Wirkung des Eisenoxys in Rotglut und dann in der Regenerierung der durch die Wirkung dieses kondensierten und wiederverdampften Wassers auf reduziertes Eisen. Der in dem Gemisch enthaltene Sauerstoff wird durch Verbindung mit dem Sauerstoff bei Beginn der ersten Reaktion ausgeschieden, während der Stickstoff und die anderen Gase im gasförmigen Zustand im Augenblick der Kondensierung des Wasserdampfes zwischen der ersten und zweiten Reaktion ausgeschieden werden.

In der Praxis ist es bekannt, daß die Regenerierung des Wasserstoffes durch die Wirkung des Wasserdampfes auf das reduzierte Eisen einen beträchtlichen Überschuß an Wasserdampf erfordert (zwei- bis dreimal die theoretische Menge). Es ist also nötig, eine Wassermenge zu verdampfen, welche viel größer als diejenige ist, welche durch die Reaktion des Wasserstoffes auf das Eisenoxyd

in dem ersten Stadium der Operation geliefert werden kann und deswegen ein Hilfs-erzeuger benutzt werden muß. In Hinsicht auf die Schwierigkeit, den bei der ersten Reaktion erzeugten, mit Stickstoff vermischten Dampf zu kondensieren, kann man dieses nicht kondensierte Gemisch in den Schornstein schicken und einer äußeren Quelle das ganze Wasser entnehmen, das bestimmt ist, den zur Regenerierung des Wasserstoffgases erforderlichen Dampf zu liefern.

Dieses Verfahren kann mit der Anlage nach Abb. 9 ausgeführt werden.

In dieser Abbildung bezeichnet 40 einen Apparat (ein Ofen oder eine Gesamtheit von Retorten), der Eisenoxyd enthält, welches den abwechselnden Reduktionen und Oxydationen unterworfen wird. 41 ist ein Kondensator für den Wasserdampf und 42 ein Dampferzeuger, dessen Speisung mit Wasser teilweise durch das kondensierte Wasser in 41 gesichert wird, welches man durch das Rohr 44 zuführt. Die nicht kondensierbaren Gase entweichen durch die Leitung 45 aus dem Kondensator 41. Die dargestellten Ventile dienen zur Regelung der verschiedenen Bewegungen der Gase. Die Wirkungsweise dieser Anordnung ist die folgende:

Wenn die Ventile 46 und 47 geschlossen sind, tritt das unreine Gas durch das Rohr 4 und den Hahn oder das Ventil 48 in den das Eisenoxyd enthaltenden Apparat 40 ein, wo es in Wasserdampf, Stickstoff und Kohlensäure umgewandelt wird. Dieses Gemisch wird durch das Ventil 49 in den Kondensator 41 geschickt, wo der Wasserdampf kondensiert wird, während der Stickstoff und die Kohlensäure durch die Öffnung 40 entleert werden.

Während dieser ersten Phase der Operation wird das dem Ballon 1 entnommene unreine Gas in gleicher Menge durch das reine Wasserstoffgas ersetzt, das aus dem Behälter 31 geliefert wird. Wenn das Eisenoxyd des Apparates 40 genügend verringert ist, wird man die Ventile 48, 49 schließen und die Ventile 46 und 47 öffnen. Der Wasserdampf, der von dem Erzeuger 42 geliefert wird, erzeugt, indem er über das reduzierte Eisen in 40 geht, Wasserstoffgas, welches durch das Ventil 47 in den Behälter 31 oder in den Ballon 1 o. dgl. geführt wird. Wenn das Eisen wieder genügend zurückoxydiert ist, schließt man die Ventile 46, 47, öffnet die Ventile 48, 49 und beginnt wieder eine Phase der Reduktion des Oxyds entsprechend der ersteren.

Man kann zwischen Ofen 40 und Ventil 47 einen Kondensator einschalten, der dazu dient, von dem Wasserstoff den großen Überschuß an Dampf zu trennen, der aus dem Apparat 40 austritt, sowie des weiteren eine

Reinigungsöffnung, welche durch die ersten Gasteile, die zu Beginn der Oxydationsperiode des Eisens aus 40 austreten und welche noch mit Stickstoff verunreinigt sind, nach außen  
 5 (oder in den Behälter 30) abgeführt werden. Diese Anordnungen sind in der Zeichnung nicht dargestellt.

Schließlich kann die beschriebene Reinigungsanordnung eine doppelte sein, derart, daß  
 10 sie ununterbrochen wirkt, wobei sich die eine der Anordnungen in der Reduktionsphase, die andere in der Oxydationsphase befindet. Man kann in diesem Fall die Behälter 30, 31 weglassen, da der eine der Reiniger immer reines  
 15 Gas in den Fassungsraum 1 liefern wird, während der andere Reiniger das unreine Gas aufnimmt. Es genügt eine Wasserstoffhilfsquelle, die dazu dient, die Verluste zu kompensieren, wie dies schon erwähnt worden ist.

#### PATENT-ANSPRÜCHE:

1. Verfahren zur Erneuerung des leichten Gases (Wasserstoff, Helium usw.) in geschlossenen Behältern, insbesondere Gastragkörpern von Luftfahrzeugen, dadurch gekennzeichnet, daß man  
 25 das Gas dieses Raumes durch einen Reiniger (2) zirkulieren läßt und es wieder in das Innere des Raumes einführt, wobei das Gas so einen geschlossenen Weg durchläuft und zweckmäßig aus dem unteren Teil des Raumes entnommen und in den oberen Teil desselben zurückgeführt wird.

2. Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Leitung (4, 5) aufweist, die den oberen Teil des Raumes (1) mit seinem unteren Teil verbindet und in welche ein Gasreiniger (2) eingeschaltet ist.

3. Anlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei mehreren Ballonetts oder anderen Räumen der Gastrom nacheinander alle diese Räume durchquert oder auch zwei Ströme bildet, die nacheinander die bezüglichen Räume, die symmetrisch zu beiden Seiten der Achse der Anlage liegen, durchqueren, wobei die Anlage einen einzigen Reiniger (Abb. 2 und 3) oder auch zwei symmetrische Reiniger (Abb. 4) enthält.

4. Anlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen Gaserzeuger  
 55 oder einen Gasometer enthält, der das

nötige Gas zum Ausgleich der Verluste liefert.

5. Anlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß sie zwei Hilfsbehälter (30, 31, Abb. 6) enthält, die es ermöglichen, in verschiedenen Augenblicken die Erneuerung des Gases des Ballons o. dgl. sowie die Reinigung des aus diesem Raum entnommenen Gases zu bewirken.

6. Anlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgangs- (4) und Rückleitungen (5) für das Gas des Ballons o. dgl. an mehreren Stellen desselben münden.

7. Anlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Reiniger so eingerichtet ist, daß er die Verflüssigung der Luft oder anderer Unreinigkeiten des zu reinigenden Gases bewirkt und des weiteren zweckmäßig einen Kompressor (b, c, d, Abb. 5), einen Wasserausscheider (e), einen Trocken- und Absorbierungsapparat (f) und einen Kühlapparat (g) mit flüssiger Luft in methodischer Zirkulation aufweist.

8. Anlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Reiniger derart eingerichtet ist, daß er die Absorption des Sauerstoffs und des Stickstoffs des zu reinigenden Gases durch Kalziumkaburet in Rotglut, Kalzium, Magnesium usw. bewirkt.

9. Anlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Reiniger derart eingerichtet ist, daß er die Reinigung mittels Diffusion durch poröse Wände hindurch bewirkt.

10. Anlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Reiniger einen Ofen oder eine Retorte (40, Abb. 9) aufweist, die Eisenoxyd enthält, welches abwechselnden Reduktionen und Oxydationen unterworfen wird, wobei Wasserstoff des unreinen, aus dem Ballon entnommenen Gases in Wasserdampf umgewandelt wird, den man nach der Kondensation dazu benutzt, um eine Oxydation des reduzierten Eisens zu erzielen und reinen Wasserstoff zu erzeugen, welcher in den betreffenden Raum (Ballon) zurückgeschickt wird, wobei der Austritt und die Rückkehr des Gases in diesem Raum (Ballon) gewünschtenfalls durch Vermittlung von Behältern (30, 31) bewirkt werden kann.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen.

Abb. 1.

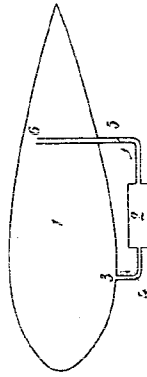


Abb. 2.

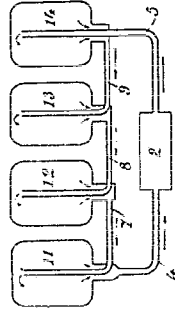


Abb. 3.

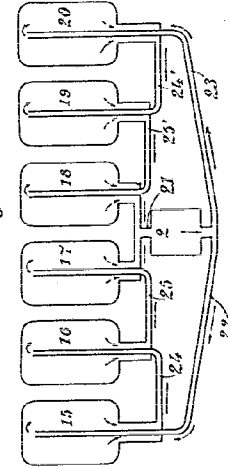


Abb. 4.

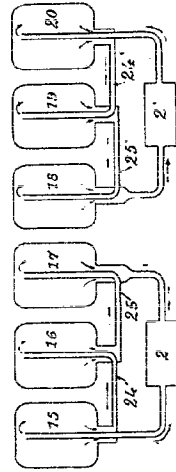


Abb. 5.

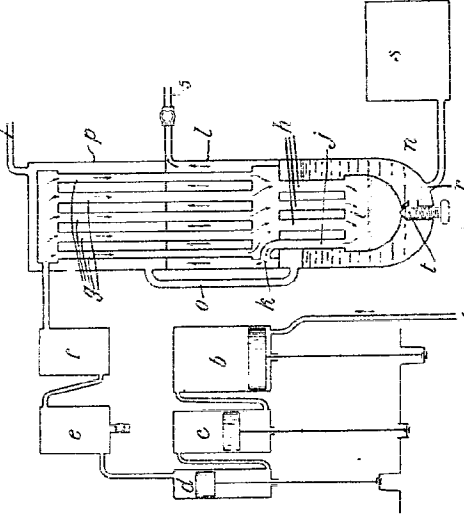


Abb. 6.

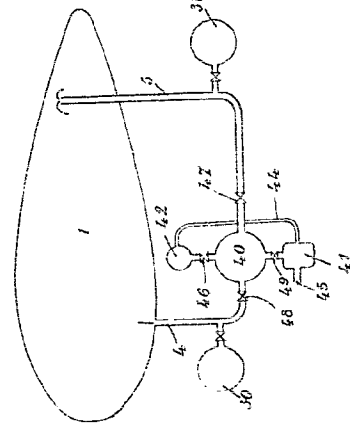


Abb. 7.

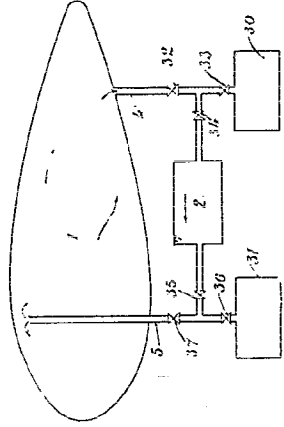


Abb. 8.

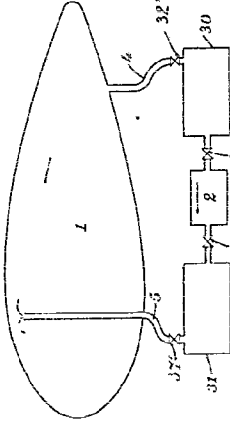


Abb. 9.

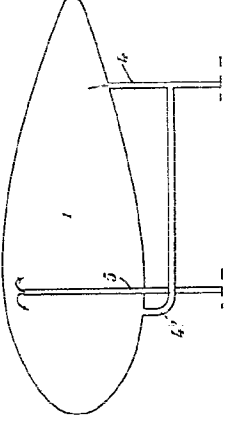


Abb. 1.

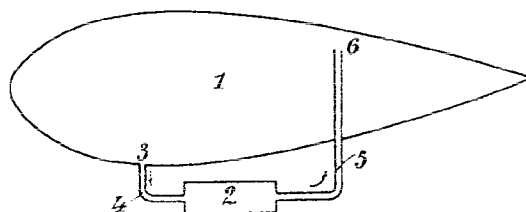


Abb. 2.

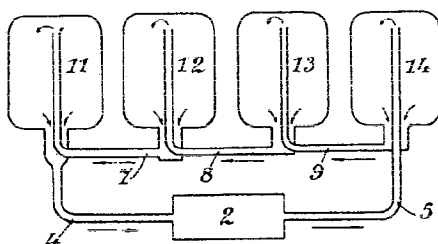


Abb. 3.

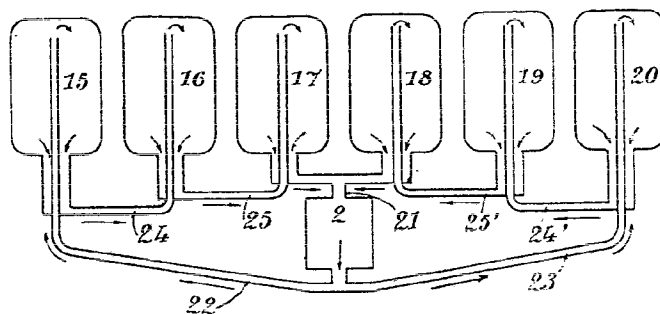
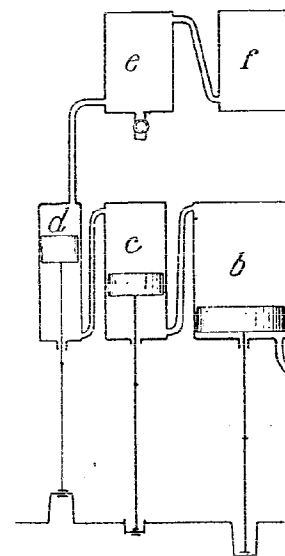
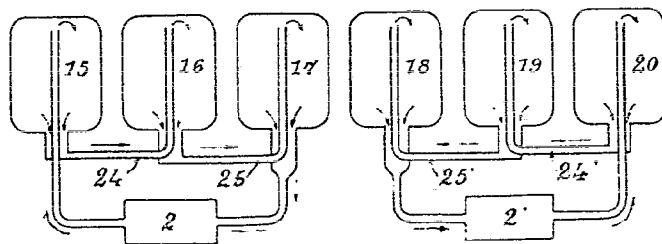


Abb. 4.



Abb

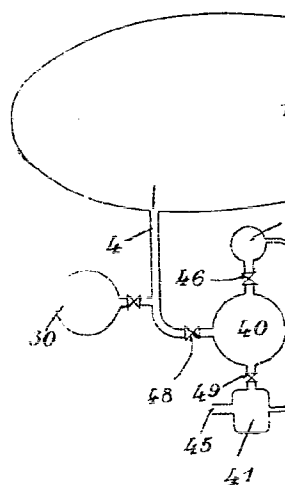




Abb. 5.

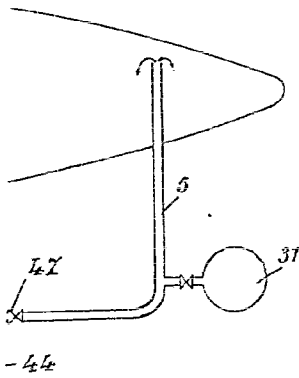
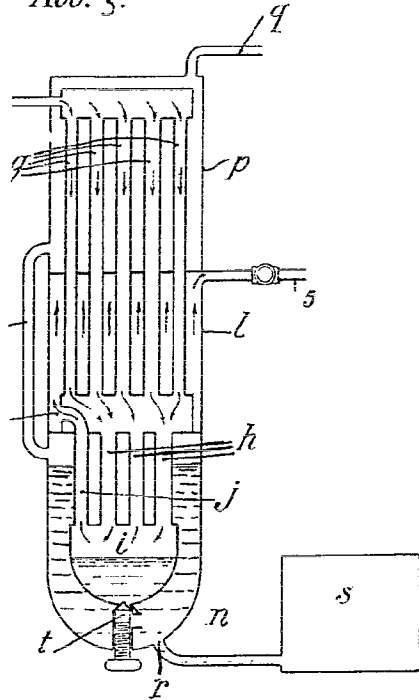


Abb. 6.

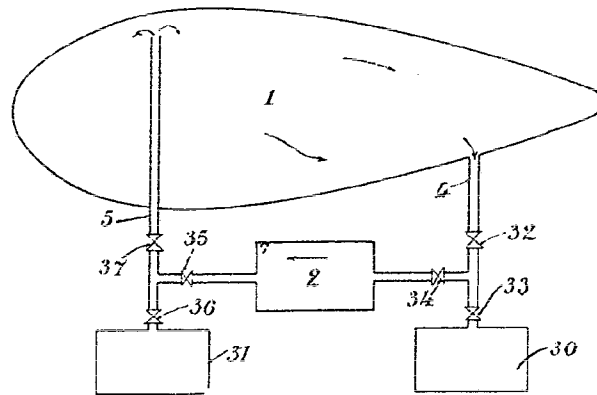


Abb. 7.

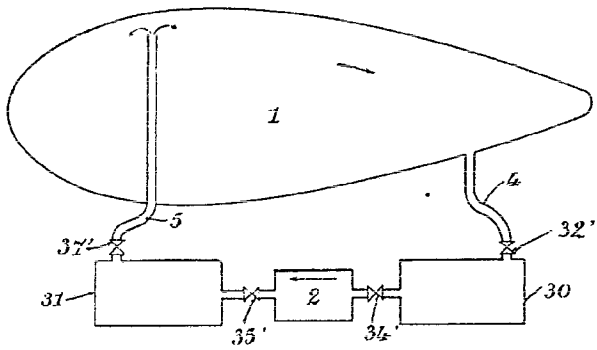


Abb. 8.

